

# **СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА TIMETAL LCB ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

**Медведев А. Е., Нургалеева В. В.**

*Руководитель – к.т.н Семёнова И.П.*

Институт Физики Перспективных Материалов

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет

450000, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12

e-mail: Vnurik@mail.ru

Титан и его сплавы широко применяются как конструкционные материалы во многих отраслях промышленности, в том числе и в автомобилестроении. Такая популярность объясняется, в первую очередь, малым удельным весом, высокими прочностными свойствами при отсутствии хладноломкости, наличием высокой коррозионной стойкости, даже в агрессивных средах [1]. Особый интерес вызывают  $\beta$  титановые сплавы, которые, кроме того, отличаются более низким модулем упругости, хорошей технологичностью и деформируемостью [2]. Совокупность всех этих свойств позволяет использовать полуфабрикаты из  $\beta$  титановых сплавов для изготовления деталей моторов и пружин автомобильных подвесок [3]. Однако, как показал опыт, основной проблемой является их низкая долговечность из-за появления усталостных трещин. Поэтому актуальной задачей является повышение сопротивления высоким статическим и усталостным нагрузкам. Известно, что одним из эффективных способов повышения механических свойств в металлах и сплавах является формирование в них наноструктуры методами интенсивной пластической деформации (ИПД) [4].

Целью данной работы было исследование влияния ИПД кручением (ИПДК) на измельчение структуры в  $\beta$  титановом сплаве Timetal LCB, а также влияние последующего старения на механические свойства сплава.

Аттестация микроструктуры сплава Timetal LCB проводилась методом оптической металлографии и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Механические свойства оценивались по результатам измерения микротвёрдости.

На первом этапе исследования методом пробных закалок была определена температура полиморфного превращения  $T_{\text{пп}}$ , после чего на основании полученных данных была выбрана температура обработки на  $\beta$ -раствор (ОТР) - 820 °С. Образцы материала диаметром 20 мм после ОТР из  $\beta$ -области подвергались ИПДК под давлением  $P = 6$  ГПа при комнатной температуре. Число оборотов в процессе деформации составляло 2, 5 и 10 с общей степенью накопленной деформации  $\epsilon = 4.7, 6.5$  и  $7.2$  соответственно.

В ходе исследования было установлено, что после закалки с 820 °С микроструктура сплава представляла собой неоднородную структуру: размер  $\beta$ -зерен варьировался от 15 до 100 мкм. При этом микротвёрдость сплава составила 3515 МПа (рис. 1).

Рис.1. Зависимость микротвёрдости сплава от количества оборотов

Исследования эволюции структуры сплава после ИПДК показали, что после 2 оборотов размер структурных элементов составил в среднем 200 нм. Увеличение степени деформации с числом оборотов до 10 привело к формированию микроструктуры с размером фрагментов около 100 нм. Структура характеризуется высокими внутренними напряжениями, которые характерны для наноматериалов, полученных методами ИПД.

Измерение микротвердости образцов показало (рис.1), что уже после 2 оборотов ИПДК привела к ее повышению в среднем до 4150 МПа за счет сильного измельчения структуры. Увеличение микротвердости образцов после 5 и 10 оборотов ИПДК было менее значительным и достигало значений около 4300 МПа в обоих состояниях.

С целью исследования сравнительного эффекта старения в крупнозернистом (после ОТР) и в ультрамелкозернистом (после ОТР+ИПДК) состояниях, образцы сплава TIMETAL LCB были подвергнуты старению при 400 °С в течение 2 часов. По результатам измерения микротвердости установлено, что микротвердость УМЗ сплава достигала 6290 МПа, и только 5200 МПа для крупнозернистого (рис. 2). Такие различия значений микротвердости могут быть связаны с более однородным распределением выделившихся в процессе старения частиц  $\alpha$ -фазы в УМЗ сплаве по сравнению со сплавом с крупным зерном  $\beta$ -фазы [3].

Рис. 2 Влияние старения на микротвёрдость сплава TIMETAL LCB

Библиографические ссылки:

- [1] Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт Материаловедение, М.: Металлургия, 1989. 456 с.
- [2] Е.В. Коллинз Физическое материаловедение титановых сплавов, М.: Металлургия, 1988. 224 с.
- [3] O.M. Ivasishin, P.E. Markovsky A comparative study of the mechanical properties of the high-strength  $\beta$ -titanium alloys, Journal of Alloys and Compounds, 2007
- [4] Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ «Академкнига». 2007. - 398 с.